

Tragstruktur

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Tragstruktur mit dem Merkmal des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers, insbesondere eines Rotorblattes, in Faserverbundbauweise, mit den Schritten:

- Herstellen von die äußere Kontur des Formkörpers bildenden Schalen,
- Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
- Transportieren der Tragstruktur in die Schalen.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein nach diesem Verfahren hergestelltes Rotorblatt und eine Windenergieanlage mit einem solchen Rotorblatt.

Ein derartiges Verfahren ist insbesondere im Bereich der Windenergie seit langem bekannt und erlaubt die Herstellung von Rotorblättern mit einer zuverlässigen Verbindung zwischen der Tragstruktur und den die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen, da jeweils die gleichen Materialien verwendet werden.

Dabei werden Halbschalen, z. B. aus Faserverbundwerkstoff, wie Glasfaser und Epoxidharz, hergestellt, welche die äußere Form des Rotorblatts bestimmen. Da solche Rotorblätter durchaus Längen von mehr als 50 Metern erreichen, treten Lasten auf, die aufgenommen und abgetragen werden müssen. Dies geschieht über die in dem Rotorblatt vorgesehene Tragstruktur.

Eine solche bekannte Tragstruktur besteht aus sogenannten Roving-Gurten. Dabei handelt es sich um Stränge von Fasermaterial, wie Kohlefaser oder, bevorzugt wegen der geringen Kosten, Glasfaser. Diese Stränge erstrecken sich teilweise durchgehend über die gesamte Länge der Tragstruktur bzw. des Rotorblatts. Mit zunehmender Nähe zur Rotorblattwurzel nimmt auch die An-

zahl der Gurte zu, um die höheren Lasten durch größere Blattdicke und Blattiefe aufzunehmen und abzuleiten.

Um eine ausreichende Belastbarkeit zu erzielen, wird eine entsprechend große Anzahl dieser Roving-Gurte verwendet. Diese werden vor dem Einlegen in die vorgefertigte Rotorblatt-Schale mit einem Polymer, wie z. B. Epoxidharz, getränkt. Dieses Tränken kann natürlich ebenso durch Zufuhr des Polymers von außen wie auch durch ein Injektionsverfahren erfolgen. Die getränkten Roving-Gurte werden dann an den vorgesehenen Stellen in die Schale des Rotorblattes eingelegt. Da das Rotorblatt aus dem gleichen Material hergestellt ist, ergibt sich eine ausgezeichnete Verbindung zwischen der Schale und den Roving-Gurten.

Da diese Roving-Gurte „nass“ in die Schale gelegt werden, kann es dabei jedoch leicht zu Verformungen kommen, da diese nassen Gurte nicht biegesteif sind. Solche Verformungen werden auch als „Ondulierungen“ bezeichnet und führen nach dem Aushärten zu einer Federwirkung an dieser Stelle. Dadurch wird die Steifigkeit der Tragstruktur bzw. des Blattes beeinträchtigt.

Weiterhin ist das Aushärten des Polymers ein exothermer Vorgang, bei dem entsprechend Wärme nach außen abgegeben wird. Bei Tragstrukturen aus einer Vielzahl von Roving-Gurten ist auch eine entsprechend große Menge von Epoxidharz erforderlich, um eine ausreichende Verbindung herzustellen. Entsprechend intensiv ist die exotherme Reaktion und entsprechend hoch ist die abgegebene Wärmemenge.

Als allgemeiner Stand der Technik sei auf die Dokumente DE 44 23 115 A1 und DE-AS 1 264 266 verwiesen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die exotherme Reaktion beschränkt und die Gefahr von Ondulierungen verringert ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Tragstruktur mit dem Merkmal nach Anspruch 1, bzw. einem Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers

mit dem Merkmal nach Anspruch 3 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Erfindungsgemäß wird also vorgeschlagen, vorgefertigte, biegesteife Komponenten in eine Tragstruktur integriert werden. Dabei liegt der Erfindung die Erkenntnis zu Grunde, dass vorgefertigte Komponenten, auch wenn sie wiederum aus einem Faserverbundsystem, wie Kohlefaser- oder Glasfaser-Gurten und einem Polymer, aufgebaut sind, bereits ausgehärtet sind und somit eine entsprechende Verringerung des nass zu verarbeitenden Materials erlauben und somit zu einer verringerten exothermen Reaktion führen. Weiterhin versteifen diese vorgefertigten Komponenten die nassen Bestandteile und tragen so zur Verhinderung der Ondulierungen, d.h. der unerwünschten Verformungen der Faserstränge, bei.

Natürlich können diese vorgefertigten Komponenten auch aus jedem anderen geeigneten Material bestehen. Dabei ist ein weiterer Vorteil der Verwendung vorgefertigter Komponenten, dass diese separat hergestellt und einer Qualitätskontrolle unterworfen werden können.

Durch die damit sichergestellte Qualität dieser Komponenten und die geringere Exothermie verbessert sich insgesamt auch die Qualität der Tragstrukturen.

Besonders bevorzugt weisen diese vorgefertigten Komponenten eine Länge auf, die im Wesentlichen der Länge der aufzubauenden Tragstruktur entspricht. Dadurch wird eine durchgehende Struktur verwirklicht, die ebenfalls einen durchgehenden Kraftfluss erlaubt.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte Querschnittsdarstellung durch ein Rotorblatt;

Fig. 2 eine vereinfachte Innenansicht einer Rotorblatt-Schale;

- Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung einer bekannten Tragstruktur;
- Fig. 4 eine vereinfachte Darstellung einer erfindungsgemäßen Tragstruktur;
- Fig. 5 eine vergrößerte Querschnittsdarstellung einer erfindungsgemäßen, vorgefertigten Komponente; und
- 5 Fig. 6 eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Tragstruktur.

In Figur 1 ist ein Rotorblatt 10 für eine Windenergieanlage vereinfacht im Querschnitt dargestellt. Dieses Rotorblatt umfasst eine obere Schale 11 und eine untere Schale 12. In diesen Schalen 11 und 12 sind Tragstrukturen 14,
10 16 vorgesehen, welche die am Rotorblatt 10 angreifenden Lasten aufnehmen und abtragen.

Figur 2 zeigt vereinfacht die Innenansicht einer solchen Schale 11, 12. An einer vorgegebenen Position einer Schale 11, 12 ist eine Tragstruktur 14, 16 vorgesehen, die sich über die gesamte Länge der Schale 11, 12 und damit
15 über die gesamte Länge des daraus hergestellten Rotorblatts erstreckt.

In Figur 3 ist wiederum vereinfacht der Aufbau einer bekannten Tragstruktur 14, 16 dargestellt. Diese Tragstruktur ist aus Faserbündeln 20, den sogenannten Roving-Gurten, gebildet, die von einem Epoxidharz 22 umschlossen sind. Natürlich kann dieser Faserwerkstoff eine Kohlefaser, Glasfaser oder jede
20 andere geeignete Faser sein. Weiterhin ist anzumerken, dass die in dieser Figur dargestellte kreisrunde Bündelung der Roving-Gurte 20 nur der Veranschaulichung dient. In der Realität sind die Bündel beliebig verformt.

Bereits bei dieser Figur ist leicht erkennbar, dass eine solche (nasse) Anordnung von Gurten 20 und Epoxidharz 22 gerade bei den beträchtlichen Längen
25 stets der Gefahr einer Verformung, sogenannter Ondulierungen, unterliegt.

Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform einer Tragstruktur 14, 16. Auch in dieser erfindungsgemäßen Tragstruktur 14, 16 sind Roving-Gurte 20 vorgesehen, die in dem Epoxidharz 22 eingebettet sind. Allerdings sind

hier deutlich die vorgefertigten Komponenten 24 zu erkennen, die in die erfindungsgemäße Tragstruktur 14, 16 eingefügt sind. Diese können sich über die gesamte Länge erstrecken und bilden Lagen, die im Stande sind, die Roving-Gurte 20 zu tragen.

- 5 Da die vorgefertigten Komponenten 24 bereits ihre End-Biegesteifigkeit aufweisen, bilden sie ein Stützgerüst, das Verformungen der Roving-Gurte 20 verhindert. Entsprechend sind die damit aufgebauten Tragstrukturen 14, 16 von hoher Qualität.

- 10 Figur 5 zeigt ein Beispiel einer vorgefertigten Komponente 24 vergrößert in einer querschnittenen Ansicht. Wie in dieser Figur erkennbar ist, kann diese vorgefertigte Komponente 24 wiederum aus Roving-Gurten 20 und Epoxidharz 22 aufgebaut sein. Allerdings ist sie zum Zeitpunkt des Einbaus in die Tragstruktur 14, 16 bereits fertig ausgehärtet, führt aber durch die Materialwahl zu einer innigen Verbindung in der erfindungsgemäßen Tragstruktur 14, 15 16 und stellt so einen einwandfreien Kraftfluss sicher.

- Figur 6 zeigt eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Tragstruktur 14, 16. Dabei ist in dieser Figur zur Vereinfachung die Anordnung der Roving-Gurte 20 zwischen den vorgefertigten Komponenten 24 nicht dargestellt. Weiterhin ist in dieser Figur erkennbar, dass die vorgefertigten Komponenten 24 hier nicht in einzelnen Spalten untereinander, sondern reihenweise 20 versetzt zueinander angeordnet sind.

Diese Anordnung führt zu einer nochmals verbesserten Festigkeit der erfindungsgemäßen Tragstruktur 14, 16.

- 25 Das erfindungsgemäße Rotorblatt zeichnet sich durch eine erheblich bessere Stabilität aufgrund des Einsatzes der vorgefertigten Komponenten aus. Dabei können Zugkräfte aufgenommen werden, die deutlich größer sind als bei bisherigen Rotorblättern.

Vorliegend wurde eine Ausgestaltung der Erfindung anhand eines Rotorblattes als eine Möglichkeit eines Formkörpers beschrieben. Anstatt eines Rotor-

blattes kann die Erfindung auch sehr vorteilhaft für Flugzeugtragflächen, Schiffe und andere Formkörper eingesetzt werden, bei welchen bei einer hohen Festigkeit dennoch eine große dynamische Belastbarkeit gefordert ist.

Ansprüche

1. Tragstruktur aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem ausgehärteten Verbundwerkstoff versehen, bevorzugt getränkt werden,
5 gekennzeichnet durch die in die Faserstruktur (14, 16) integrierte vorgefertigte, biegesteife Komponenten (24).
2. Verwendung einer Tragstruktur nach Anspruch 1 als tragendes Teil bei der Herstellung von Formkörpern, insbesondere Rotorblättern, in Faserverbundbauweise.
10
3. Verfahren zur Herstellung eines Formkörpers, insbesondere eines Rotorblattes, in Faserverbundbauweise, mit den Schritten:
 - Herstellen von die äußere Kontur des Formkörpers bildenden Schalen,
15
 - Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
 - Transportieren der Tragstruktur in die Schalen,
20 dadurch gekennzeichnet, dass vorgefertigte, biegesteife Komponenten (24) in die Tragstruktur (14, 16) integriert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Komponenten (24) aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt sind.
25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Komponenten (24) einer vorgegebenen Länge verwendet werden, wobei die Längen bevorzugt abhängig
30 sind von den Einbaupositionen der Komponenten im Formkörper.

6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass vorgefertigte Komponenten (24) verwendet
werden, die sich angepasst an die Belastung in den Schalen (11, 12) erstre-
cken.

5

7. Rotorblatt einer Windenergieanlage, wobei das Rotorblatt in einer Fa-
serverbundbauweise ausgebildet ist und eine die äußere Kontur des Rotor-
blatts bildende Schale aufweist und innenseitig mit einer Tragstruktur verse-
hen ist, welche vorgefertigte, biegesteife Komponenten (24) enthält.

10

8. Windenergieanlage mit einem Rotorblatt nach Anspruch 7.

Zusammenfassung

- Die vorliegende Erfindung betrifft eine Tragstruktur mit dem Merkmal des Oberbegriffs des Anspruches 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur
- 5 Herstellung eines Formkörpers, insbesondere eines Rotorblattes, in Faserverbundbauweise, mit den Schritten:
- Herstellen von die äußere Kontur des Formkörpers bildenden Schalen,
 - Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
 - 10 - Transportieren der Tragstruktur in die Schalen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die exotherme Reaktion beschränkt und die Gefahr von Ondulierungen verringert ist.

(Figur 3)

Fig. 1

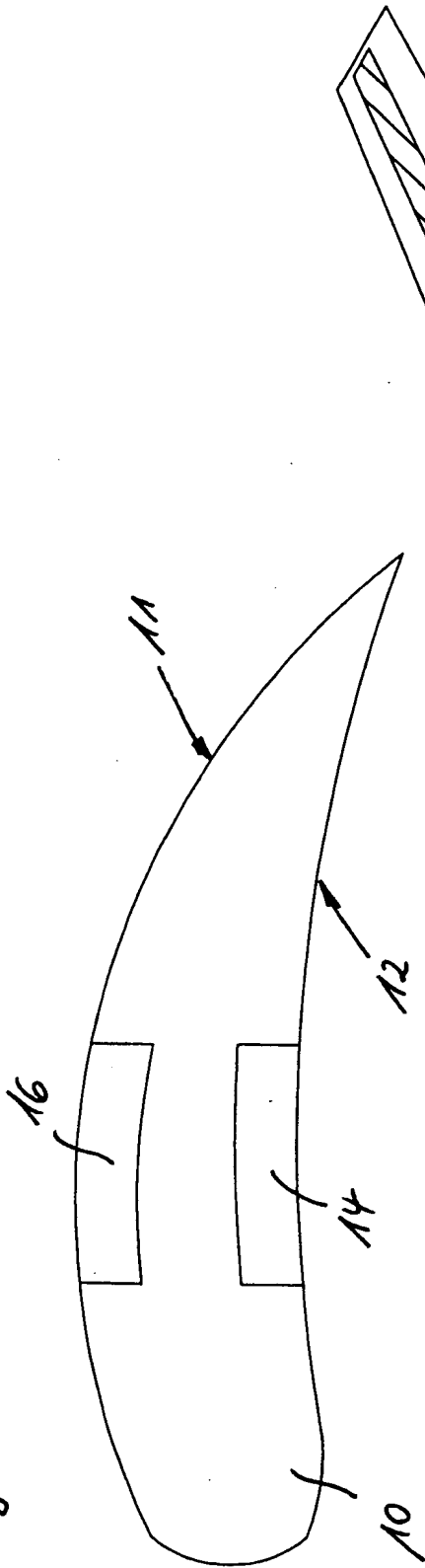
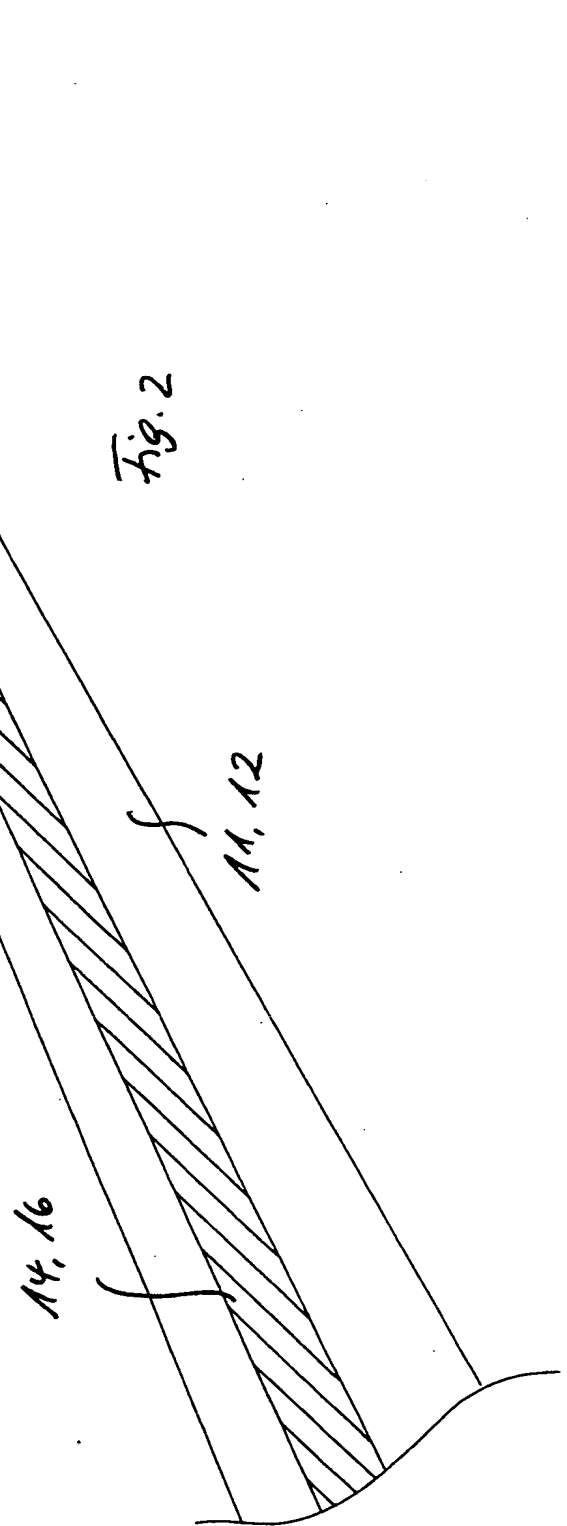


Fig. 2



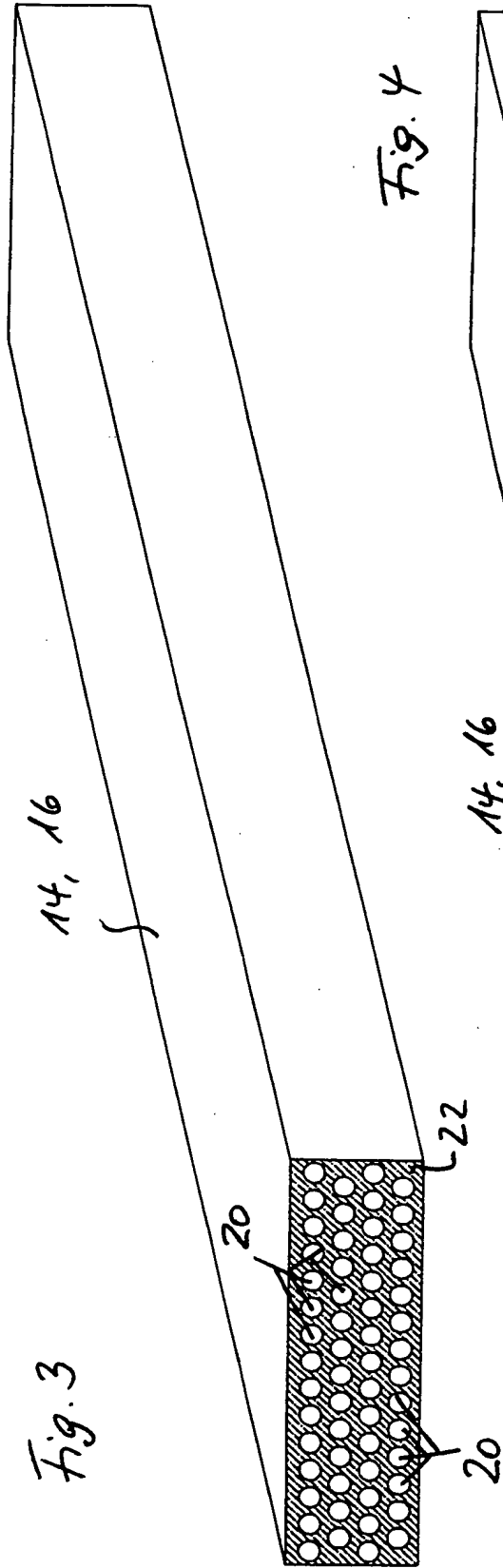


Fig. 4

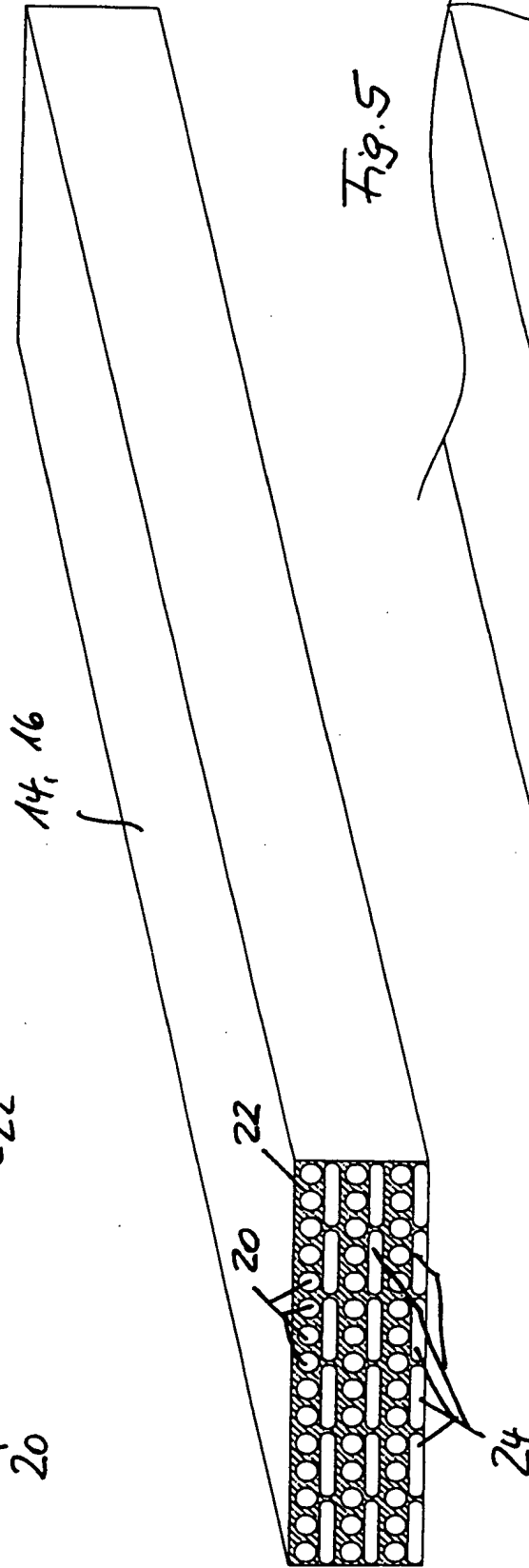
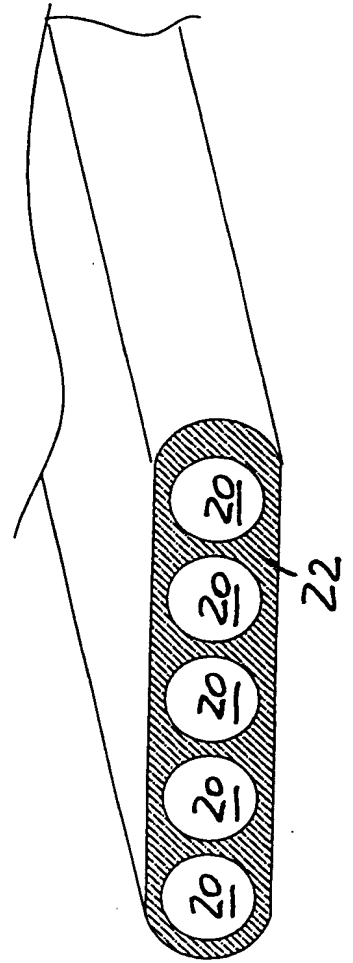
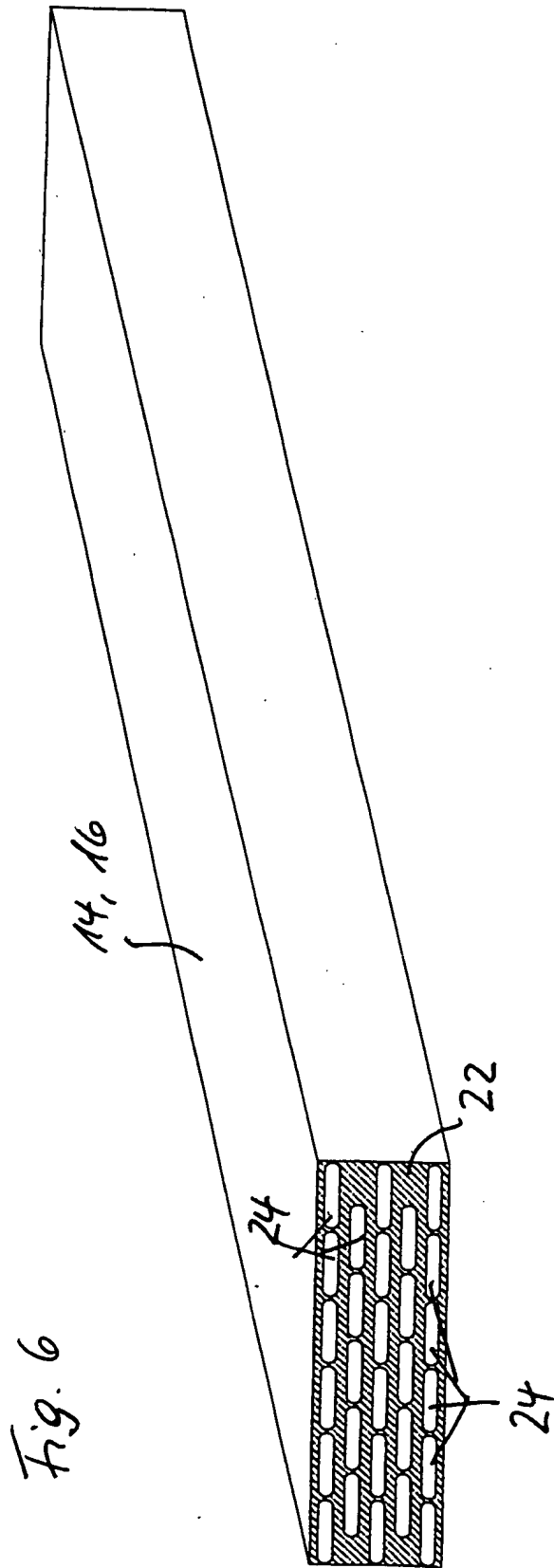


Fig. 5





IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADE MARK OFFICE

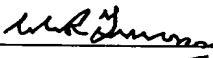
VERIFICATION OF TRANSLATION

I, Michael Wallace Richard Turner, Bachelor of Arts, Chartered Patent Attorney, European Patent Attorney, of 1 Horsefair Mews, Romsey, Hampshire SO51 8JG, England, do hereby declare that I am conversant with the English and German languages and that I am a competent translator thereof;

I verify that the attached English translation is a true and correct translation made by me of the attached Amended Pages in the German language of International Application PCT/EP2004/051720;

I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment or both under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Date: December 23, 2005



M W R Turner

IAP20 Rec'd PCT/PTO 03 FEB 2006

Bremen 6th June 2005
Our ref: WA 3039-03WO KGG/dw
Direct dial: 0421/36 35 16
Applicant/proprietor: WOBBEN, Aloys
Office ref: PCT/EP2004/051720

New claims

1. A rotor blade of a wind power installation, wherein the rotor blade is of a fibre composite structure and has a bearing structure comprising fibre strands of predetermined length which are provided with a hardened composite material, preferably being impregnated therewith,
characterised in that the fibre structure (14, 16) formed by the fibre strands includes integrated prefabricated, flexurally stiff components (24).
2. Use of a bearing structure according to claim 1 as a load-bearing part in the production of wind power installations with rotor blades of a fibre composite structure.
3. A process for the production of a rotor blade of a wind power installation, of a fibre composite structure, comprising the following steps:
 - producing shells forming the outer contour of the shaped body,
 - producing bearing structures of fibre strands of predetermined length which are impregnated with a hardening composite material, and
 - transporting the bearing structure into the shells,characterised in that prefabricated flexurally stiff components (24) are integrated into the bearing structure (14, 16).
4. A process according to claim 3 characterised in that the prefabricated components (24) are produced from fibre composite materials.

5. A process according to one of claims 3 and 4 characterised in that the prefabricated components (24) of a predetermined length are used, wherein the lengths are preferably dependent on the position of installation of the components in the shaped body.

6. A process according to claim 5 characterised in that prefabricated components (24) are used, which extend in the shells (11, 12) in adapted relationship to the loading.

7. A wind power installation having a rotor blade according to claim 1.

30/567186

!AP20 Rec'd PCT/PTO 03 FEB 2006

Bremen, 6. Juni 2005

Unser Zeichen: WA 3039-03WO KGG/dw
Durchwahl: 0421/36 35 16

Anmelder/Inhaber: WOBLEN, Aloys
Amtsaktenzeichen: PCT/EP2004/051720

Neue Ansprüche

1. Rotorblatt einer Windenergieanlage, wobei das Rotorblatt in Faserverbundweise ausgebildet ist und eine Tragstruktur aus Fasersträngen vorgegebener Länge aufweist, die mit einem ausgehärteten Verbundwerkstoff versehen, bevorzugt getränkt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Faserstränge gebildete Faserstruktur (14, 16) integrierte vorgefertigte biegesteife Komponenten (24) enthält.
2. Verwendung einer Tragstruktur nach Anspruch 1 als tragendes Teil bei der Herstellung von Windenergieanlagen mit Rotorblättern in Faserverbundbauweise.
3. Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes einer Windenergieanlage in Faserverbundbauweise mit den Schritten:
 - Herstellen von die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen,
 - Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
 - Transportieren der Tragstruktur in die Schalen,

IAP20 Res'd PCT/PTO 03 FEB 2006

dadurch gekennzeichnet, dass vorgefertigte biegesteife Komponenten (24) in die Tragstruktur (14, 16) integriert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Komponenten (24) aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Komponenten (24) einer vorgegebenen Länge verwendet werden, wobei die Längen bevorzugt abhängig sind von den Einbaupositionen der Komponenten im Formkörper.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass vorgefertigte Komponenten (24) verwendet werden, die sich angepasst an die Belastung in den Schalen (11, 12) erstrecken.

7. Windenergieanlage mit einem Rotorblatt nach Anspruch 1.